

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES POZOS DE LA SERRETILLA, PEDRALBA (VALENCIA)

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Alumna: Belén Moral Rodríguez

Tutor: Pablo González Altozano

Cotutor 1: Eugenio García Marí

Cotutor 2: Santiago Guillem Picó

Curso 2018-2019

Valencia, noviembre 2018

PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES POZOS DE LA SERRETILLA

Resumen:

Proyecto de diseño y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica para el bombeo de agua en la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla que permita aprovechar la energía procedente de la radiación solar para alimentar a una bomba de 140 KW aislada de la red. Para ello se estudiarán distintas posibilidades técnicas adoptándose la más conveniente de forma justificada.

Palabras clave: Instalación aislada, radiación solar, bomba centrífuga.

Alumna: Belén Moral Rodríguez

Valencia, noviembre 2018

Tutor: Prof. D. Pablo González Altozano

Cotutor 1: D. Eugenio García Marí

Cotutor 2: D. Santiago Guillem Picó

Curso 2018-2019

Valencia, noviembre 2018

PROJECT OF DESIGN AND SIZING OF A PHOTOVOLTAIC SOLAR INSTALLATION FOR THE PUMPING OF WATER IN THE COMMUNITY OF IRRIGATORS “POZOS LA SERRETILLA”

Summary:

Design and sizing project of a photovoltaic solar installation for water pumping in the Irrigation Community Pozos de la Serretilla that allows the use of energy from solar radiation to feed a 140 KW pump isolated from the grid. To accomplish this objective, different technical possibilities will be studied, adopting the most convenient one in a justified way.

Keywords: isolated installation, solar radiation, centrifugal pump.

Student: Belén Moral Rodríguez

Valencia, November 2018

Tutor: Prof. D. Pablo González Altozano

Cotutor 1: D. Eugenio García Marí

Cotutor 2: D. Santiago Guillem Picó

Valencia, noviembre 2018

A mi familia y amigos que me han acompañado y apoyado estos meses durante la realización del Trabajo Fin de Grado. Me gustaría agradecer también a mi tutor y cotutores su ayuda, especialmente a Pablo.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

Documento 1: Memoria y Anejos a la memoria

Documento 2: Planos.

Documento 3: Pliego de Condiciones

Documento 4: Presupuesto

Documento 5: Estudio Básico de Seguridad y Salud

Documento Nº 1: Memoria

PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES POZOS DE LA SERRETILLA, PEDRALBA (VALENCIA)

Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla

Belén Moral Rodríguez

Noviembre 2018

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	1
1.1	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.	1
1.2	SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO.....	4
2.	DATOS DE PARTIDA.	4
2.1	OBJETO	4
2.2	DATOS GENERALES.	5
2.3	ANTECEDENTES.....	5
2.3.1	LOCALIZACIÓN.	6
2.3.2	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	7
2.3.3	CARACTERÍSTICAS CONCESIONALES.	7
2.3.4	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.	9
2.3.5	RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.	9
2.3.6	CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL POZO EL LIDONERO.	9
3	LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.	10
3.1	TÉCNICOS.	10
3.2	LEGALES.....	10
3.3	ADMINISTRATIVOS.	10
3.4	AMBIENTALES.	11
4	SOLUCIÓN ADOPTADA.	11
4.1	EXPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	11
4.2	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.	12
4.3	DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	12
4.3.1	Generador fotovoltaico:.....	12
4.3.2	Cableado y elementos de protección.	16
4.3.3	Instalación de puesta a tierra:	20
5	RENTABILIDAD ECONÓMICA.....	22
6	MEDIDAS DE CONTROL Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.	22
7	SEGURIDAD Y SALUD.....	22
8	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	23
8.1	MODALIDAD DE LA EJECUCIÓN.....	23
8.2	PLAZO DE EJECUCIÓN.	23
9	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	24
9.1	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	24

9.2	PRESUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.	25
9.3	RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.....	25
10	CONCLUSIONES.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Superficie regable total..	5
Figura 2. Situación del pozo El Lidonero..	6
Figura 3.Detalle pozo El Lidonero..	6
Figura 4. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero.	8
Figura 5.Características concesionales de la C.R. Pozos de la Serretilla.. ..	9
Figura 6. Esquema de la instalación..	11
Figura 7. Detalle de la estructura de soporte.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero.	7
Tabla 2. Características concesionales de la C.R Pozos de la Serretilla.....	8
Tabla 3. Características constructivas de la perforación.....	9
Tabla 4. Niveles piezométricos y caudales.	10
Tabla 5. Instalación de bombeo.	10
Tabla 6.Características de los módulos fotovoltaicos.	12
Tabla 7. Configuración del generador fotovoltaico.....	13
Tabla 8. Características técnicas de las estructuras de los módulos.....	14
Tabla 9. Características del inversor.	15
Tabla 10. Características técnicas del vigilante de aislamiento.	16
Tabla 11. Características técnicas del cableado.	18
Tabla 12. Sección del cableado.	19
Tabla 13. Diámetro exterior de los tubos protectores.....	20
Tabla 14. Sección del cable protector.	21
Tabla 15. Presupuesto de ejecución material.	24
Tabla 16. Presupuesto de ejecución por contrata.	25
Tabla 17. Resumen general del presupuesto.....	25

1. INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Las energías renovables son una alternativa a las fuentes de energía convencionales, se trata recursos limpios e inagotables (se renuevan continuamente) que aporta la naturaleza y que el hombre es capaz de aprovechar y transformar en energía útil para su uso en diversas aplicaciones.

Las aplicaciones de este tipo de fuentes renovables varían dependiendo del tipo de energía que producen. Entre las distintas fuentes de energía renovable podemos encontrar:

- Energía solar térmica.
- Energía solar fotovoltaica.
- Energía eólica.
- Energía minihidráulica.
- Biomasa.
- Energía geotérmica.

Ventajas de las Energías Renovables:

- Al tratarse de recursos autóctonos fomentan el comercio local.
- Se trata de fuentes de energía más seguras.
- El impacto ambiental que producen es menor.
- Fomentan el desarrollo rural.
- Favorecen el desarrollo de nuevas tecnologías.

1.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Las instalaciones de energía solar fotovoltaica contribuyen a conseguir algunos de los objetivos que la Unión Europea ha marcado para 2020 (Plan de Energías Renovables 2011-2020) como son:

- Obtener un 20 % de la energía a partir de fuentes renovables.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 20 %, como mínimo, respecto a los niveles de 1990.

Aplicaciones:

La energía solar fotovoltaica tiene diversas aplicaciones y se pueden agrupar de la siguiente forma:

Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

Generalmente son instalaciones cuya función es generar energía eléctrica para electrificación de viviendas y bombeo de agua para abastecimiento en zonas rurales, bombeo de agua para riego, suministro eléctrico para ganaderías y otras instalaciones agrícolas, etc. La demanda energética de estas instalaciones suele ser reducida, por lo que suelen ser de menor dimensión que las instalaciones que se conectan a red.

Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

Este tipo de instalaciones permiten verter a la red pública de suministro eléctrico la energía producida, evitando así la necesidad de acumularla.

Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica:

Entre las ventajas podemos encontrar:

- Contribuye a generar energía eléctrica de forma sostenible mediante la utilización de un recurso propio e inagotable.
- La producción de energía tiene un reducido impacto ambiental.
- Cumple una labor social de concienciación respecto al cuidado del medio ambiente.
- Es una alternativa innovadora y que utiliza los recursos locales (con la respectiva reducción de la huella de carbono).
- Requiere poco mantenimiento a lo largo de su vida útil.
- No existe coste de combustible.
- Larga vida útil.
- Fácil instalación.

Sin embargo, este tipo de instalación también conlleva inconvenientes:

- Elevado coste inicial.
- Depende de las condiciones climatológicas locales.
- Requiere técnicos especializados.

Configuración:

Los sistemas fotovoltaicos están integrados por los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos.
- Baterías y reguladores de carga (en caso de ser necesarios).
- Sistema convertidor de energía.
- Otros elementos: cables eléctricos, dispositivos de protección, etc.

Fundamento:

La energía solar fotovoltaica se basa en la conversión de la energía procedente de la radiación solar incidente sobre los módulos fotovoltaicos (cuyo material es semiconductor) en energía eléctrica para su posterior uso.

La célula solar se comporta como un generador eléctrico: al iluminarse la célula, que se encuentra conectada a una carga externa, se produce una diferencia de potencial en la célula y se produce la circulación de corriente hacia el circuito exterior por el terminal positivo y retorna a la célula por el negativo. Este fenómeno se explica mediante el modelo de bandas de energía.

Tipos de células solares:

Existen diversos tipos de células solares, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **Células de silicio cristalino:**
Se caracterizan por ser una tecnología más desarrollada y de mayor eficiencia, su coste también es mayor respecto a otras tecnologías. Este tipo de células es el más utilizado actualmente. Podemos encontrar:
 - De silicio monocristalino: estas células son las de mayor eficiencia. La red cristalina de silicio es única en todo el material.
 - De silicio policristalino. Su eficiencia es ligeramente inferior a las células de silicio monocristalino. La red cristalina no es única.

- **Células de capa delgada:**

Se caracterizan por una menor eficiencia, menores costes de fabricación y buena flexibilidad (lo que las convierte en una buena alternativa para adaptarse a estructuras arquitectónicas).

- De telurio de cadmio.
- De diseleniuro de indio y cobre.
- De silicio amorfo.
- De arseniuro de galio.

Una célula solo es capaz de generar una potencia máxima de 1-2 W y no puede proporcionar una tensión mayor a 0,5 V aproximadamente. Por ello se conectan eléctricamente varias células iguales constituyendo un módulo fotovoltaico. De esta forma el módulo FV suministra la tensión deseada.

Las tensión e intensidad (características eléctricas de los módulos) que son capaces de proporcionar los paneles fotovoltaicos dependen del material semiconductor y de las condiciones de trabajo:

- Irradiancia solar incidente.
- Temperatura de las células.

El campo fotovoltaico es capaz de obtener el voltaje y la corriente deseados para una determinada aplicación combinando de forma adecuada los módulos fotovoltaicos, tanto en serie como en paralelo. La tensión nominal se obtiene mediante la conexión en serie de los módulos (componiendo la rama o string) y la intensidad de corriente está determinada por el número de ramas conectadas en paralelo. La potencia del generador fotovoltaico corresponde a la suma de la potencia de cada uno de los módulos (teniendo en cuenta las pérdidas debidas a diversos factores).

A causa de determinadas circunstancias, como el sombreado parcial sobre un módulo o defectos de fabricación, se puede producir en las células el fenómeno del punto caliente. Este fenómeno consiste en que algunas células se convierten en cargas y disipan la energía producida por otras células, aumentando así la temperatura, lo que puede dañarlas si se alcanza una temperatura muy elevada.

Los fabricantes de módulos fotovoltaicos, para disminuir este efecto, insertan en los módulos diodos de paso en paralelo a grupos de células.

Este fenómeno también se puede producir entre módulos conectados en paralelo, por lo que se instalan diodos de bloqueo en serie a las ramas o fusibles impidiendo así la circulación inversa de la corriente.

En el caso de que la energía no se aproveche directamente es posible almacenarla en baterías para su posterior uso. Hay que tener en cuenta que la generación energética es variable ya que depende de las condiciones climatológicas y por ello resulta interesante su almacenamiento. De esta forma se garantiza el suministro eléctrico en los momentos en los que no es posible la generación.

El campo fotovoltaico genera la energía en corriente continua, sin embargo, hay receptores que requieren corriente alterna para su alimentación. Por ello, existen sistemas convertidores de energía que realizan el cambio de corriente continua a alterna en los casos en los que sea necesario.

Estructura de sujeción:

En cuanto a las estructuras de sujeción de los módulos existen diversas tecnologías:

- **Fijas:** no realizan seguimiento de la radiación porque carecen de movilidad.
- **Con seguidor:** los seguidores son dispositivos mecánicos cuya función es conseguir que a lo largo del día el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre los módulos sea mínimo, aumentando así la radiación incidente. Se suelen emplear en grandes centrales conectadas a la red eléctrica y en instalaciones solare térmicas de concentración. Pueden ser:
 - De un solo eje: polar, azimutal y horizontal.
 - De dos ejes (perpendiculares entre ellos).

1.2 SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO.

Los sistemas de bombeo solar fotovoltaico permiten la extracción de agua en la zona que se desee. El caudal que proporciona es en función de la radiación existente, siendo máxima en los momentos centrales del día. Estos sistemas son una buena alternativa en zonas rurales aisladas, no electrificadas y con elevada insolación. Sus principales aplicaciones son el riego agrícola y forestal y el abastecimiento de agua en áreas rurales.

Ventajas que presentan estos sistemas:

- Al ser instalaciones autónomas que utilizan la radiación solar no requieren suministros externos.
- Elevada fiabilidad.
- Larga vida útil, alrededor de 30 años.
- Costes de mantenimiento reducidos.
- No generan polución, son responsables con el medio ambiente.
- Posibilidad de almacenar la energía excedente.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta los inconvenientes:

- Elevados costes iniciales de instalación.
- Su funcionamiento depende de las condiciones climatológicas locales.

2. DATOS DE PARTIDA.

2.1 OBJETO

Con el presente proyecto se diseña y presupuesta una instalación solar fotovoltaica aislada de la red eléctrica para suministrar la energía necesaria para la alimentación de una bomba sumergible de 140 KW de potencia ya instalada, y alimentada actualmente con energía eléctrica de la red situada en el Pozo El Lidonero, perteneciente a la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla, Pedralba (Valencia).

2.2 DATOS GENERALES.

Razón social:

Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla.

Presidente:

D. Juan José Sánchez Gallach.

Domicilio social:

Calle Rocha Almerich, 17 - 46164 Pedralba Valencia.

Superficie de la Comunidad de Regantes:

En total, la Comunidad de Regantes está formada por 3.578,17 ha, encontrándose distribuidas entre los términos municipales de Bugarra, Pedralba y Villamrchante.

Superficie objeto del proyecto:

La superficie objeto del presente proyecto corresponde con las parcelas 416 y 420 pertenecientes al polígono catastral 16, ubicadas en el término municipal de Pedralba.

2.3 ANTECEDENTES.

La zona regable de la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla consta de un total de 3.578,17 ha de superficie, distribuida en diferentes términos municipales: Bugarra, Pedralba y Villamarxant. Se dota de riego dicha superficie mediante la captación de aguas superficiales del río Turia (2 tomas) y de aguas subterráneas (14 pozos). En la Figura 1 se puede observar la superficie regable total de la Comunidad de Regantes (parcelas en verde):

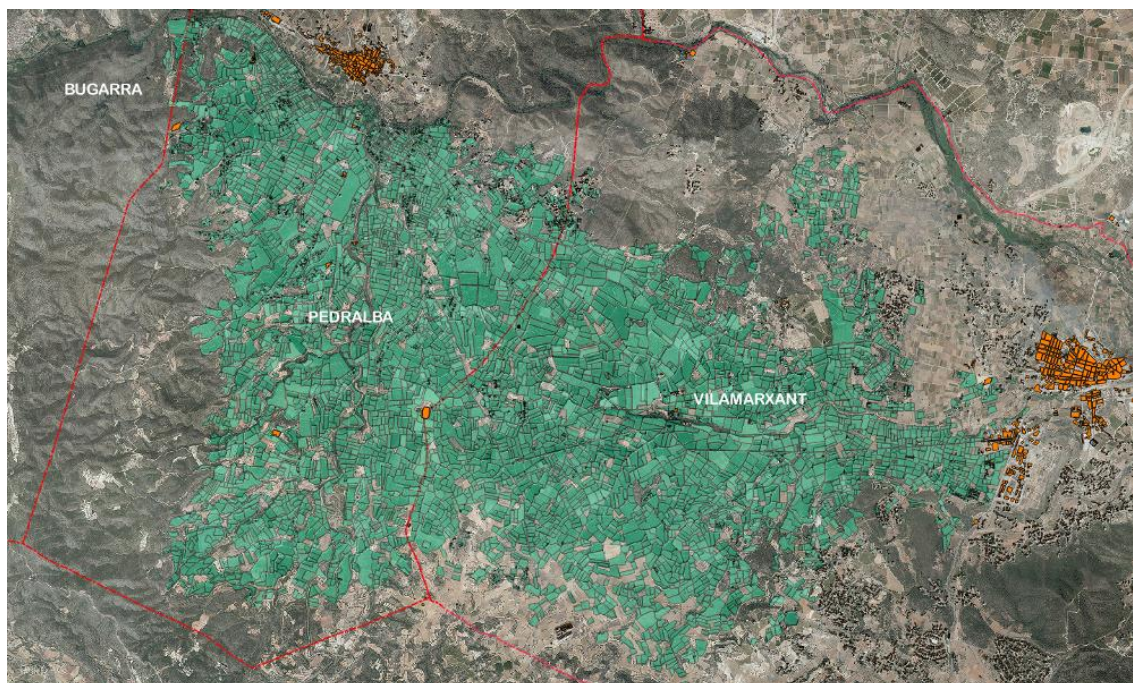


Figura 1. Superficie regable total. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

Las dos captaciones de aguas superficiales se realizan directamente del cauce del río mediante compuerta y galería subterránea hasta la estación de bombeo.

Las captaciones subterráneas son obras verticales, 13 se sitúan en el término municipal de Pedralba y una en el de Villamarchante. El caudal total captado¹ es de 89.400 L/min (equivalentes a 1490 L/s).

2.3.1 LOCALIZACIÓN.

La parcela en la que se va a situar la instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto está situada en el polígono catastral 16 (parcela 420) perteneciente al término municipal de Pedralba (Valencia). Adyacente a ella encontramos la parcela 416 en la que se encuentra la captación del pozo El Lidonero.

La captación se sitúa en la parcela catastral 46193A016004160000ZY.

Las coordenadas U.T.M de la toma de captación (en la Figura 2 se puede ver rodeada de rojo) son las que siguen:

- X (m): 693.450.
- Y (m): 4.382.245.
- Z (m): 247.



Figura 2. Situación del pozo El Lidonero. Fuente: Cartoweb.

En la Figura 3 se puede ver la caseta en la que se sitúa la captación subterránea:



Figura 3. Detalle pozo El Lidonero. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

¹ Caudal referido a la media de los últimos 10 años.

2.3.2 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento en el que se va a situar la instalación fotovoltaica (parcela 420) cumple los siguientes condicionantes:

- Se trata de un espacio libre de obstáculos que puedan producir sombras significativas sobre los módulos solares.
- No hay edificaciones próximas que puedan proyectar sombras, ya que la caseta en la que se encuentran los cuadros eléctricos de la bomba y el resto de los elementos se sitúan en la parcela adyacente.
- La propuesta de la distribución de los módulos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta los dos aspectos anteriores, y separándose una distancia suficiente para evitar que se produzca sombreo entre los módulos.
- Será necesario realizar una limpieza y desbroce de la parcela previa al comienzo de las obras ya que se encuentra cubierta de vegetación.

En la parcela 416 se encuentra el sondeo del pozo y una caseta en la que se ubican los cuadros eléctricos de la bomba y otros elementos de la instalación.

2.3.3 CARACTERÍSTICAS CONCESIONALES.

Respecto a las aguas subterráneas, actualmente existen dos expedientes concesionales. En ellos se incluyen el conjunto de tomas que son explotadas por la C.R. Pozos de la Serretilla y por la C.R. El Lidonero, ésta última absorbida por la primera.

A continuación se aporta la información referente a la concesión en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 1. Características concesionales de la C.R. Pozo El Lidonero.

Características concesionales	
Referencia CHJ	1903/2002 (2002CP0070)
Unidad Hidrológica	08.23 BUÑOL -CHESTE
Masa De Agua Subterránea	080.034 Buñol -Chestre
Clase Aprovechamiento	Riego
Titulares	C.R. Pozo El Lidonero
Termino Municipal	Pedralba
Caudal Total (l/s)	35
N.º Tomas	1
Superficie (ha)	96
Volumen Anual (m³/año)	512.000

Fuente: C.R. Pozos de la Serretilla.

TITULAR	CIF
CDAD. RGTES. POZO DEL LIDONERO	G97111090

CLASE DE APROVECHAMIENTO:

NOMBRE USO	SISTEMA RIEGO	TIPO CULTIVO	TIPO INDUSTRIA	CANTIDAD
Riego	goteo	citricos		96 hectáreas

PLAZO POR EL QUE SE OTORGA: 25 años
VOLUMEN MÁXIMO ANUAL: 512.000 m³/año.
CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO: 35 l/s
TITULO-FECHA-AUTORIDAD:

Figura 4. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

Tabla 2. Características concesionales de la C.R Pozos de la Serretilla.

Características concesionales	
Referencia CHJ	3600/2003 (2003CP0113)
Unidad Hidrológica	08.23 BUÑOL -CHESTE
Masa De Agua Subterránea	080.034 Buñol -Cheste
Clase Aprovechamiento	Riego
Titulares	C.R. Pozos De La Serretilla De Pedralba
Termino Municipal	Pedralba
Caudal Total (l/s)	1.553
N.º Tomas	13
Superficie (ha)	2.865
Volumen Anual (m ³ /año)	11.523.313

Fuente: C.R. Pozos de la Serretilla.

TITULAR:

C.R. POZOS DE LA SERRETILLA DE PEDRALBA	G46885562
---	-----------

CLASE DE APROVECHAMIENTO:

Nº CAPT	TIPO USO	SIST. RIEGO	TIPO CULTIVO	CANTIDAD
SERRETILLAS Nº 1	Riego	Goteo	Cítricos	2.865 Has
SERRETILLAS Nº 4				
SERRETILLAS Nº 5				
SERRETILLAS Nº 6				
SERRETILLAS Nº 7				
SERRETILLAS Nº 8				
SERRETILLAS Nº 9				
SERRETILLAS Nº 10				
SERRETILLAS Nº 11				
SERRETILLAS Nº 12				
SERRETILLAS Nº 13				
SERRETILLAS Nº 14				
BARRANCO SECO				

PLAZO POR EL QUE SE OTORGA:

25 años

VOLUMEN MÁXIMO ANUAL:11.523.313 m³/año**CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO:**

1.553 l/s

Figura 5. Características concesionales de la C.R. Pozos de la Serretilla. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

2.3.4 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

En el anejo correspondiente (Anejo N.º 1 "Datos de partida") se incluye una copia de los resultados de los análisis que se han realizado del agua que se utiliza para el sistema de riego. A partir de dicho análisis se puede concluir que se trata de agua de la calidad adecuada para su uso en riego.

2.3.5 RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

El régimen de explotación depende de las horas de funcionamiento de la bomba, en función de la radiación solar. Durante las horas de sol se bombea agua y se acumula en la balsa de regulación Cerrito Royo. Cuando la radiación no supera el umbral para su funcionamiento no se extrae agua de la captación.

2.3.6 CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL POZO EL LIDONERO.

A continuación se muestra la información correspondiente al sistema de captación:

Características constructivas de la perforación

Tabla 3. Características constructivas de la perforación.

POZO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	ENTUBADO (mm/m)
Pozo El Lidonero	431,50	550/207,6 400/223,9

Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

Niveles piezométricos y caudales²

Tabla 4. Niveles piezométricos y caudales.

POZO	CAUDAL (L/m)	CAUDAL (L/s)	NIVELES (m)
Pozo El Lidonero	2.000	33,33	240

Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

Instalación de bombeo

Tabla 5. Instalación de bombeo.

POZO	H. MAN (m)	CAUDAL (L/m)	POTENCIA (CV)	TIPO	PROFUNDIDAD BOMBA (m)	MARCA
Pozo El Lidonero	280	2.000	192	252-8	180	INDAR
TOTAL		89.400				

Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

3 LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.

3.1 TÉCNICOS.

Las limitaciones técnicas que nos podemos encontrar serán planteadas y discutidas de forma detallada a lo largo del presente Proyecto.

3.2 LEGALES.

Son de aplicación al presente Proyecto todos aquellos artículos de las disposiciones legales expuestos en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales. Además, se cumplirá con la normativa existente en la Comunidad Valenciana, así como aquella de carácter local o provincial.

3.3 ADMINISTRATIVOS.

El Ayuntamiento de Pedralba no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente Proyecto.

² Valor referido a la media de los últimos 10 años.

3.4 AMBIENTALES.

La legislación ambiental que afecta al tipo de obras que comprende el presente proyecto es la siguiente:

- De ámbito nacional: Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- A nivel de la Comunidad Valenciana: Decreto 162/1990, de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Atendiendo a las características y a la naturaleza de las obras que comprenden el presente proyecto, de acuerdo con la legislación vigente que se acaba de exponer, y dado que la obra no afecta a ningún terreno forestal o espacio protegido: No será necesario someter el presente proyecto a ningún procedimiento de estudio y evaluación de impacto ambiental.

4 SOLUCIÓN ADOPTADA.

4.1 EXPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Se propone realizar un cambio en el sistema de alimentación de la bomba existente en la captación subterránea del pozo El Lidonero, que bombea directamente a la balsa Cerrito Royo en la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla.

Esta actuación consiste en el diseño y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red que suministrará la energía necesaria al grupo de bombeo existente.

La instalación presenta dos subsistemas:

Generador fotovoltaico

Está formado por un conjunto de módulos interconectados en serie y paralelo. Dichos módulos son los encargados de transformar la energía solar incidente sobre los módulos en energía eléctrica. El generador fotovoltaico se sitúa en la parcela 420.

Sistema acondicionador de potencia

Su función es transformar la corriente continua generada por el sistema fotovoltaico en corriente alterna de condiciones similares a las de la red eléctrica para poder alimentar a los receptores. Esta función la realiza el inversor, el cual optimiza la entrega de potencia a la bomba sumergible. Este elemento se encuentra en el interior de la caseta que existe en la parcela 416.

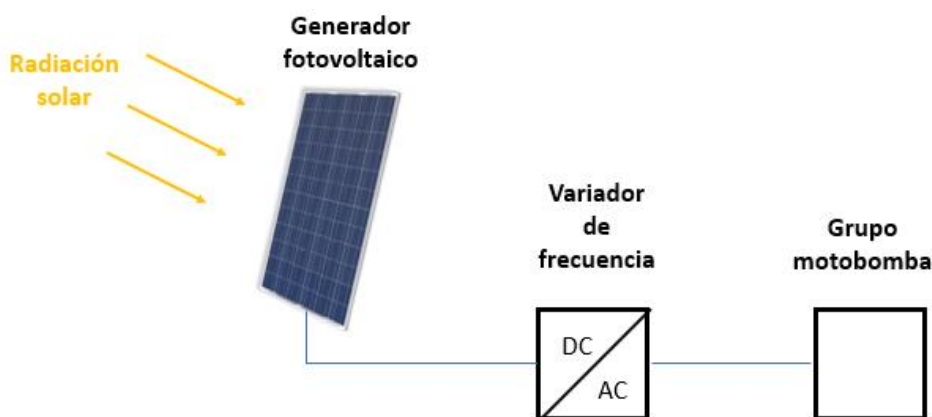


Figura 6. Esquema de la instalación. Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 6, en la instalación no se ha dispuesto de baterías debido a que no se considera necesario ya que el bombeo de agua para riego se realiza durante las horas de sol desde el pozo hasta una balsa de riego en la que se almacena el agua para su posterior uso. De esta manera la energía se almacena en forma de energía hidráulica.

4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Se ha decidido adoptar esta solución para cambiar el sistema de alimentación: pasar de la toma de energía eléctrica de la red de suministro a un sistema de generación propio que aproveche la energía solar disponible.

Se ha elegido esta alternativa debido al gran número de ventajas que aporta como fuente de energía renovable respecto a la alimentación energética convencional. Otro de los factores que se han tenido en cuenta es el económico, ya que este tipo de instalación resulta rentable, a pesar de que el coste inicial es muy elevado se necesita poco tiempo para amortizarlo y los costes de mantenimiento a lo largo de su vida útil son reducidos.

La justificación de los cálculos realizados a lo largo del presente proyecto se encuentra en cada uno de los anejos que se adjuntan junto a la memoria.

4.3 DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

El objeto de la instalación de autoconsumo es suplir las necesidades energéticas de la bomba existente. Por ello hay que disponer de un generador fotovoltaico de dimensiones suficientes, cuya potencia instalada permita el arranque de la bomba y un máximo de horas de funcionamiento de ésta, teniendo en cuenta que el período de máximas necesidades son los meses de verano. A continuación se realiza una descripción de la instalación:

4.3.1 Generador fotovoltaico:

La potencia nominal del sistema de captación es de 241.560 Wp, formado por 792 módulos fotovoltaicos de 305 Wp cada uno. Esta potencia es suficiente (teniendo en cuenta las pérdidas que se producen) para la alimentación de la bomba existente, cuya potencia es de 140 KW.

Los módulos seleccionados son de la marca Atersa o similar, modelo A-305P. Siendo las características del módulo las siguientes:

Tabla 6. Características de los módulos fotovoltaicos.

Características generales ³	
Fabricante	Atersa o similar
Modelo	A-305P
Características eléctricas	
Potencia Nominal	305 W
Eficiencia	15,68 %

³ Las características eléctricas se han obtenido en Condiciones Estándar de Medida (en adelante CEM): 1KW/m², 25 +/- 2 °C y AM 1,5.

Tensión en el Punto de Máxima Potencia (MPP)	36,88 V
Corriente en MPP	8,27 A
Tensión de circuito abierto	45,97 V
Corriente de cortocircuito	8,78 A
Características físicas	
Tipo de célula	Si Policristalino
Dimensiones	1956 x 990 x 40 mm
Área	1,95 m ²
Peso	22,5 +/- 0,5 Kg

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del catálogo de Atersa.

La distribución de los módulos en la parcela es la siguiente:

Tabla 7. Configuración del generador fotovoltaico.

N.º de módulos en serie	18
N.º de strings en paralelo	44
N.º total módulos	792
Potencia pico generador	241.560 W

Fuente: elaboración propia.

Los distintos strings se agrupan para cada una de las cajas VT (caja de conexión y protección en corriente continua). En total de 8 cajas.

La separación entre filas es superior (3,5 m) a la mínima (2,5 m) calculada a partir del código técnico. Por tanto, se puede considerar que no se generan sombreos entre los distintos strings

La estructura de soporte de los módulos es el modelo de Atersa CVE915XL. Su función es la sujeción del panel solar, sus características son las que siguen:

Tabla 8. Características técnicas de las estructuras de los módulos.

Características técnicas	
Fabricante	Atersa o similar
Capacidad	1-20 módulos fotovoltaicos dispuestos en una fila vertical
Inclinación del módulo	30°
Materiales	Aluminio (EN AW 6005A T6) Tornillería de acero inoxidable.
Tamaño del módulo	Para módulos de hasta 72 células.
Instalaciones recomendadas	Cubiertas metálicas, cubiertas de hormigón, cubiertas de teja, suelo mediante contrapesos o zapatas.

Fuente: elaboración propia a partir del catálogo de Atersa.

Esta estructura es de fácil instalación, además de que es posible su ampliación posterior ya que se trata de una estructura modular. En la siguiente imagen (Figura 7) se pueden ver los detalles de la estructura.



Figura 7. Detalle de la estructura de soporte. Fuente: Atersa.

Las estructuras vienen ancladas al suelo mediante cimentación. El detalle de las zapatas que se han dimensionado para el soporte de las estructuras viene detallado en el Anejo 4 “Cálculo de la cimentación”

Sistema acondicionador de potencia:

En la instalación de 241,56 KWp se dispondrá de un solo inversor, que a su vez hará de variador de frecuencia para la alimentación de la bomba. Las características técnicas del inversor son:

Tabla 9. Características del inversor.

Características	
Fabricante	POWER ELECTRONICS o similar
Tipo	SD700 (250 KW) (Código SD7SP0460 5)
Rango de tensión CC	540-900 V
Rango de tensión AC	380-500 V
Voltaje máximo del inversor	1000 V
Frecuencia de entrada	50 Hz +/- 6%
Tecnología rectificación de entrada	Tristor-diodo
Factor de potencia	$\geq 0,98$
Filtro de entrada EMC	Standard C3
Filtro de armónicos	$\leq 40\%$
Eficiencia en la salida	$\geq 98 \%$
Entradas digitales	6 programables (24Vcc), alimentación aislada, 1 entrada PTC
Salidas digitales	3 relés configurables (250 Vac, 8 A / 30 Vcc, 8 A)
Entradas analógicas	2 entradas programables y diferenciales
Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas
Protocolo de comunicación (estándar)	Modbus-RTU
Certificaciones	CE, cTick, UL, cUL, GL

Dimensiones (alto x ancho x profundo)	1712x786x529 mm
---------------------------------------	-----------------

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del catálogo de Power Electronics.

Para el control del conjunto de la instalación sería necesario diseñar un sistema de telegestión, sin embargo, este apartado excede el alcance del presente Trabajo Fin de Grado.

4.3.2 Cableado y elementos de protección.

Protecciones:

Como medidas de protección contra contactos directos e indirectos de la instalación FV se consideran los siguientes:

- Todo el cableado de la instalación FV tendrá aislamiento reforzado Clase II y los módulos FV también llevarán aislamiento clase II.
- La medida de protección contra contactos indirectos será la puesta a tierra de todas las masas de la instalación que sean accesibles a las personas (estructuras soporte, cajas metálicas...).
- El generador FV tendrá configuración flotante respecto a tierra, es decir, sus dos polos estarán aislados de tierra y además el inversor dispondrá de transformador de aislamiento que separe de forma segura el generador de la red de alterna.

En una red de suministro aislada de tierra ningún conductor activo está directamente conectado a tierra. Por ello, en caso de producirse un defecto de aislamiento la corriente de fuga resultante es muy reducida y no aparecen tensiones de contacto peligrosas. La interrupción del suministro de energía no es imperativa, por lo tanto.

Sin embargo, en caso de no corregirse este primer defecto, un segundo si puede conllevar la aparición de tensiones de contacto peligrosas con la consiguiente necesidad de actuación de las protecciones correspondientes. Es por este motivo que tanto las normativas españolas como las internacionales exigen la utilización de un vigilante de aislamiento en cualquier tipología de red aislada. Para la presente instalación se ha decidido incorporar el vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000 de Cirprotec o similar. Las características técnicas de dicho elemento protector son:

Tabla 10. Características técnicas del vigilante de aislamiento.

Características técnicas del modelo	
Tensión de alimentación auxiliar AC 50/60 Hz	230 V
Tensión nominal del sistema	500-1000 V
Tensión continua admisible	1150 V
Normas del producto	EN 61557-8; IEC 61557-8
CEM	EN 61000; IEC 61000
Temperatura de funcionamiento	-20 / +70 ° C

Grado de protección envolvente	IP 20
Material envolvente y clase	PV V0

Fuente: elaboración propia.

Las protecciones de corriente continua frente a sobreintensidades y sobretensiones de origen atmosférico se van a instalar en cajas de conexión VT (8 cajas en total) situadas junto a cada grupo de strings de módulos FV para facilitar la agrupación de las líneas procedentes de ellos.

Para el presente proyecto se ha seleccionado la caja de conexión CSP-12TM 1kV de Atersa o similar, cada una de las cuales contiene los siguientes elementos:

- Bornas portafusibles carril DIN que permiten aislar cada serie.
- Los polos positivos y negativos se encontrarán separados.
- Fusibles de 1000 Vdc y 20 A en positivo y negativo para la protección de los strings. (1,5-2 Isc)
- Interruptor seccionador en la línea de salida al inversor que permite desconectar en carga, 1100 Vcc 160 A.
- Protección contra sobreintensidades mediante fusibles.
- Descargador de sobretensiones: protege de sobretensiones de origen atmosférico.

Las líneas que salgan de las cajas VT previstas (8 unidades) se agruparán en un cuadro eléctrico de protección (cuadro CG) previo a la entrega de la energía al inversor para protegerlo de posibles sobretensiones y sobreintensidades. El Cuadro General de Protección seleccionado para el presente proyecto es el modelo CGP 250⁴ de Cahors o similar. Sus características técnicas son:

- Fusibles que soportan tensiones de trabajo próximas a 1000 Vdc e intensidades hasta 250 A en Vdc. Los cartuchos se instalarán en portafusibles seccionadores, que permiten aislar convenientemente los paneles del resto de la instalación, facilitando las labores de mantenimiento.
- Interruptor seccionador de hasta 315 A a 900 Vdc.

Cableado:

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los mismos, donde se pueden llegar a alcanzar temperaturas muy elevadas (70-80°C). Por ello los cables deben poder soportar elevadas temperaturas y la acción de rayos ultravioleta cuando se instalan a la vista. El resto de cableado irá enterrado bajo tubo.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Además, se tendrá en cuenta en el dimensionado que los cables sean capaces de soportar una intensidad 1,25 veces la intensidad máxima del generador (Isc*).

La longitud del cableado será suficiente para evitar que se generen esfuerzos en los diversos elementos y se encontrarán enterrados bajo tubo de acuerdo con la norma UNE 21 123. El cable seleccionado es el P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F de Prysmian o similar, unipolar de doble aislamiento (clase II) para las líneas que unen los módulos fotovoltaicos y las cajas VT, y también para las líneas correspondientes entre las cajas VT y el Cuadro General y entre este último y el inversor.

⁴ Se adjunta al final del anejo el catálogo del C.G.P.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. En la siguiente Tabla 11 se resumen las características técnicas correspondientes al cable seleccionado:

Tabla 11. Características técnicas del cableado.

Características técnicas	
Temperatura de servicio	-40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)
Tensión continua de diseño	1,5/1,5 KV
Tensión continua máxima	1,8/1,8 KV
Tensión alterna de diseño	1/1 KV
Tensión alterna máxima	1,2/1,2 KV
Conductor	Cobre electrolítico
Temperatura máxima del conductor	120 °C (20000 h); 90 °C (30 años); 250 °C en cortocircuito
Aislamiento	Goma termoestable Doble aislamiento (Clase II)
Resistencia al fuego	Cumple la normativa aplicable

Fuente: elaboración propia.

Los sistemas de conexión entre los distintos módulos, para ejecutar las series, se realizarán a través de la unión de módulos con conectores de tipo bayoneta aislada.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en la siguiente tabla se muestra de forma resumida la sección del cableado de las diversas partes de la instalación eléctrica⁵:

⁵ Se muestra de forma más detallada en el Anejo N.º 3. "Cálculos eléctricos".

Tabla 12. Sección del cableado.

Línea	Longitud (m)	Sección comercial (mm ²)
String ⁶	21,60	4,00
String-V.T ⁷	Variable	6,00
L.VT1-C.G	23,80	25,00
L.VT2-C.G	49,80	70,00
L.VT3-C.G	15,00	16,00
L.VT4-C.G	44,70	50,00
L.VT5-C.G	42,30	50,00
L.VT6-C.G	66,50	70,00
L.VT7-C.G	69,50	70,00
L.VT8-C.G	93,50	95,00
C.G-I	96,30	240,00

Fuente: elaboración propia.

Como se detalla en el Anejo N.º 3. “Cálculos eléctricos” la sección de todo el cableado cumple tanto para el criterio de caída de tensión como el de calentamiento.

Tubos de protección:

La selección de los tubos en los que se van a disponer los cables eléctricos correspondientes al tramo subterráneo se realizará según lo dispuesto en la ITC-BT-21. Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

La profundidad a la que se van a enterrar los tubos es de 0,7 m, con un recubrimiento inferior de 0,05 m y un recubrimiento superior de 0,06 m.

Los tubos deben tener un diámetro tal que permita manejo de los cables o conductores aislados que se vayan a introducir. Teniendo en cuenta lo que indica la instrucción, en la tabla 13 se resumen los diámetros de los tubos protectores de los tramos subterráneos del cableado eléctrico.

⁶ Cableado que une los distintos módulos que forman una rama.

⁷ Cableado que une el último módulo de cada rama con la correspondiente caja V.T.

Tabla 13. Diámetro exterior de los tubos protectores.

Tramo	Sección del cableado (mm ²)	Diámetro exterior del tubo (mm)
String- V.T ⁸	6,00	50
V.T 1- C.G	25,00	90
V.T 2- C.G	70,00	125
V.T 3- C.G	16,00	63
V.T 4- C.G	50,00	110
V.T 5- C.G	50,00	110
V.T 6- C.G	70,00	125
V.T 7- C.G	70,00	125
V.T 8- C.G	95,00	140
C.G- Inversor	240,00	225

Fuente: elaboración propia.

El tubo que se ha seleccionado es de doble pared rojo de Electromaterial o similar ya que posee las características necesarias para la presente instalación.

4.3.3 Instalación de puesta a tierra:

La función de la puesta a tierra es limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas (respecto a tierra) en un momento dado, asegurar la actuación de las protecciones y reducir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos de la instalación. De esta forma se consigue que en el conjunto de instalaciones y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, además de permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico.

Según la ITC-BT-18, la puesta a tierra es “la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo”.

En el presente proyecto, respecto a los cálculos de puesta a tierra, solo se va a realizar el dimensionado en corriente continua ya que la parte correspondiente a la corriente alterna ya existe. Se va a determinar la sección de los conductores de protección que unen las estructuras de soporte y los módulos fotovoltaicos a la puesta a tierra.

El esquema de la instalación de puesta a tierra que se va a seguir es el IT (esquema de conexión con generador flotante y masas conectadas a tierra) ya que se trata de una instalación de corriente continua con los conductores activos aislados de tierra. Se va a disponer un vigilador de nivel de aislamiento de la red de corriente continua en la caseta situada en la parcela 416, en

⁸ Este tramo corresponde con el cableado que une cada rama con la correspondiente caja V.T. La sección de todos los tramos de estas características es la misma, por ello en la tabla se pone un solo valor.

la cual están otros equipos como el inversor, los cuadros eléctricos, las protecciones, etc. El dispositivo de vigilancia de nivel de aislamiento deberá avisar cuando se produzca un nivel de aislamiento inferior a $100 \Omega/V$.

Toma de tierra

Para unir la toma de tierra con las masas y los elementos conductores susceptibles de contacto se va a utilizar un electrodo formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado bajo la zanja de conducción de cables de longitud suficiente para dar $RT < 20 \Omega$.

La parcela en la que se va a situar la instalación de puesta a tierra tiene un suelo formado por arena arcillosa. Para ese tipo de terreno la resistividad se encuentra en el intervalo $50\text{-}500 \Omega \cdot \text{m}$, tomamos como valor de cálculo una resistividad del terreno de $300 \Omega \cdot \text{m}$ ya que se trata de un valor intermedio.

Teniendo en cuenta la información anterior, la longitud del electrodo resulta 40 m para que cumpla las condiciones. Los cálculos se detallan en el anejo correspondiente (Anejo 3. "Cálculos eléctricos").

Conductores de protección:

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente la masa de una instalación al conductor de tierra para asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección serán de Cobre (mismo material que los conductores activos). En la tabla 14, que se muestra a continuación, se resumen las secciones obtenidas:

Tabla 14. Sección del cable protector.

Línea	Sección del conductor (mm^2)	Sección mínima del c. protección (mm^2)
String	6,00	6,00
String-V.T	25,00	16,00
L.VT1-C.G	70,00	35,00
L.VT2-C.G	16,00	16,00
L.VT3-C.G	50,00	25,00
L.VT4-C.G	50,00	25,00
L.VT5-C.G	70,00	35,00
L.VT6-C.G	70,00	35,00
L.VT7-C.G	95,00	50,00
L.VT8-C.G	6,00	6,00
C.G-Inv	25,00	16,00

Fuente: elaboración propia.

Bornes de puesta a tierra:

En la instalación se va a disponer de un borne principal de tierra, al cual se le unirán los conductores: de tierra, de protección y de unión equipotencial principal.

Conductores de tierra:

La sección de los conductores de tierra, al encontrarse enterrados, deben cumplir las prescripciones de la Tabla 1 de la ITC-BT-18 mencionada anteriormente.

La línea que enlace con la puesta a tierra será de 35 mm² y se conectará mediante el borne situado en el cuadro principal de corriente continua (al cual se conectarán también el resto de los elementos de la instalación).

5 RENTABILIDAD ECONÓMICA.

Se ha realizado un estudio económico básico para estudiar la rentabilidad económica de la instalación solar fotovoltaica diseñada y dimensionada en el presente proyecto.

La instalación solar fotovoltaica genera energía en corriente continua y el inversor la convierte en energía en corriente alterna para poder alimentar la bomba. Por ello, los cálculos se han realizado en base a la producción energética anual en corriente alterna.

Considerando la potencia de captación de 241,56 KWp, la producción anual prevista en corriente alterna con el diseño propuesto es de 431836,812 KWh. Tomando como valor medio del precio por KWh 0,12 €, el gasto energético anual resultaría 51.820,4174 €.

El presupuesto total de la instalación asciende a 459.262,4 €, por tanto, el período de amortización sería de 8,86 años.

6 MEDIDAS DE CONTROL Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

Se realizará una adecuada gestión de los posibles residuos que se generen durante la realización de las obras.

Se va a disponer, en la zona más al sur de la parcela 420 del polígono catastral 16, de un punto limpio para facilitar la gestión de los residuos, en el que se encontraran los contenedores necesarios. También se realizarán riegos para disminuir el nivel de polvo originado tanto por los movimientos de tierras como por el paso de la maquinaria durante las obras.

Para la ejecución de todos los trabajos relacionados con el presente Proyecto, se deberá realizar un estricto cumplimiento del DECRETO 7/2.004 de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones (2004/689).

En último lugar, se dispondrá un cartel identificativo de la obra. En él se encontrará toda la información que indique el Promotor y valide la Dirección de la Obra.

7 SEGURIDAD Y SALUD.

En el Real Decreto 1627/97, de 24-10-97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en las obras, clasificando su contenido en Proyecto o Estudio Básico.

La obra proyectada requiere la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud ya que debido a sus características no cumple los requisitos para un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Dichos requisitos se citan el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio

básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al no verificarse todos los apartados:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto debe ser inferior a 450.760,00 euros.
- b) La duración estimada no debe ser superior a 30 días laborables, no empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no debe ser superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

No obstante, se incluye este documento en el presente proyecto para que sirva como base para la redacción del Estudio de Seguridad y Salud necesario.

8 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

8.1 MODALIDAD DE LA EJECUCIÓN.

La ejecución de las obras del presente Proyecto se realizará por Contrata.

8.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Considerando a partir del momento de firma del acta de comprobación del replanteo y con la disponibilidad de todas las autorizaciones pertinentes, el plazo de ejecución considerado para la terminación de las obras contempladas en el presente Proyecto es de 3 meses.

9 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

9.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.

Tabla 15. Presupuesto de ejecución material.

Descripción del tipo de obra	Importe (€)
Capítulo 1. Acondicionamiento del terreno.	17.906,22
Capítulo 2. Movimiento de tierras	2.676,73
Capítulo 3. Cimentación.	42.769,99
Capítulo 4. Instalación fotovoltaica y eléctrica.	248.281,74
Capítulo 5. Puesta a tierra.	6.238,83
Capítulo 6. Gestión de residuos.	657,00
Capítulo 7. Proyecto de seguridad y salud.	423,86
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	318.954,37
<p>El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.</p> <p>Pedralba, Valencia 24 de noviembre de 2018</p> <p>BELÉN MORAL RODRÍGUEZ</p> <p>Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</p> <p>B.M.R</p>	

Fuente: elaboración propia.

9.2 PRESUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

Tabla 16. Presupuesto de ejecución por contrata.

Descripción	Importe (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	318.954,37
13% de gastos generales	41.464,07
6% de beneficio industrial	19.137,26
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	379.555,70
<p>El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS</p> <p>Pedralba, Valencia 24 de noviembre de 2018</p> <p>BELÉN MORAL RODRÍGUEZ</p> <p>Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</p> <p>B.M.R</p>	

Fuente: elaboración propia.

9.3 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.

Tabla 17. Resumen general del presupuesto.

Descripción	Importe (€)
PRESUPUESTO POR CONTRATA	379.555,70
21 % IVA	79.706,70
TOTAL DEL PRESUPUESTO	459.262,40
<p>El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS</p> <p>Pedralba, Valencia 24 de noviembre de 2018</p> <p>BELÉN MORAL RODRÍGUEZ</p> <p>Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</p> <p>B.M.R</p>	

Fuente: elaboración propia.

10 CONCLUSIONES.

Considero que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras y que éstas pueden ser ejecutadas conforme al presente Proyecto.

Valencia, noviembre de 2018

PROYECTISTA

Belén Moral Rodríguez

B.M.R

Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural